

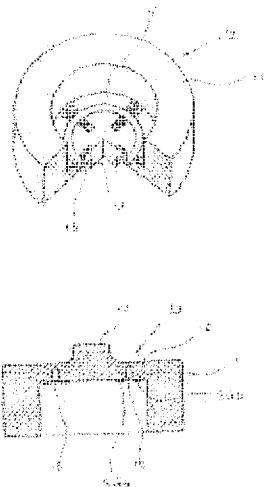
**DIAPHRAGM TYPE LOAD TRANSDUCER****Publication number:** JP1253622 (A)**Publication date:** 1989-10-09**Inventor(s):** SHOJI YOSHIO; SEKINE MAMORU +**Applicant(s):** KYOWA ELECTRONIC INSTRUMENTS +**Classification:**

- international: G01L1/22; G01L1/20; (IPC1-7): G01L1/22

- European:

**Application number:** JP19880078160 1988040 1**Priority number(s):** JP19880078160 1988040 1**Abstract of JP 1253622 (A)**

**PURPOSE:** To improve the linearity of load-strain characteristics in a simple constitution, when a load to be measured is applied to a load introducing part, by forming an annular groove in the vicinity of a bending point where bending moment becomes approximately zero, and affixing strain gages on both sides of the groove. **CONSTITUTION:** A load to be measured is applied to a load introducing part 13 of a diaphragm 12. An annular groove 15 is formed at a part of a bending point where bending moment becomes approximately zero. Strain gages SGa and SGb are affixed on both sides of the groove 15. When the load to be measured is applied to the introducing part 13, tensile strain is generated at a part close to the introducing part 13 in the groove 15. Compression strain is generated at a part close to a fixing part 11. At this time tensile force acting on the diaphragm 12 is absorbed at the part of the groove 15. Only the bending moment acts on the other part. Therefore, the load-strain output characteristics can be improved in a simple constitution.



---

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

⑯日本国特許庁 (JP)

⑰特許出願公開

⑲公開特許公報 (A) 平1-253622

⑮Int.Cl.<sup>4</sup>

G 01 L 1/22

識別記号

庁内整理番号

⑯公開 平成1年(1989)10月9日

F-7409-2F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭発明の名称 ダイヤフラム型荷重変換器

⑲特願 昭63-78160

⑲出願 昭63(1988)4月1日

⑩発明者 庄 司 義 男 東京都調布市調布ヶ丘3丁目5番地1 株式会社共和電業  
内

⑩発明者 関 根 守 東京都調布市調布ヶ丘3丁目5番地1 株式会社共和電業  
内

⑩出願人 株式会社共和電業 東京都調布市調布ヶ丘3丁目5番地1

⑩代理人 弁理士 真田 修治

明細書

1. 発明の名称

ダイヤフラム型荷重変換器

2. 特許請求の範囲

(1) 剛性大なる短円筒状の固定基部の内周に、その中心軸と直交する方向に延びる円板状のダイヤフラムが一体に連接されると共に、このダイヤフラムの中央部に前記中心軸方向に延びる剛性大なる短円柱状の荷重導入部が一体に連接され、前記ダイヤフラムの一面側にひずみゲージが添着され、前記荷重導入部に印加された被測定荷重を前記ひずみゲージにより電気信号に変換して検出する荷重変換器において、前記ダイヤフラムの一面側に、前記中心軸を中心とし、前記荷重導入部に被測定荷重が印加されたとき曲げモーメントがほぼ零になる変曲点近傍を通る断面略円弧状または断面略逆U字状の円環溝を形成し、前記ダイヤフラムの前記円環溝を挟んでその内方側および外方側に、それぞれ曲げひずみを検出し得る方向にゲージ軸を向けて前記ひずみゲージを添着したこと

を特徴とするダイヤフラム型荷重変換器。

3. 発明の詳細な説明

(a) 技術分野

本発明は、ダイヤフラム型荷重変換器に関し、より詳細には、剛性大なる短円筒状の固定基部の内周に、その中心軸と直交する方向に延びる円板状のダイヤフラムが一体に連接されると共に、このダイヤフラムの中央部に前記中心軸方向に延びる剛性大なる短円柱状の荷重導入部が一体に連接され、前記ダイヤフラムの一面側にひずみゲージが添着され、前記荷重導入部に印加された被測定荷重を前記ひずみゲージにより電気信号に変換して検出する荷重変換器に関するものである。

(b) 従来技術

第6図は、従来のダイヤフラム型荷重変換器の一例を一部破断し且つ底面側から見た状態で示す斜視図、第7図は、その縦断面図である。

この第6図、第7図に示す従来の荷重変換器は、厚肉で剛性の大きな短円筒状の固定基部1と、この固定基部1の内周から内方に延びる円板状のダ

イヤフラム 2 と、このダイヤフラム 2 の中心部の一面側（第 2 図においては上方側）に延びる剛性大なる短円柱状の荷重導入部 3 とから起亜体 4 が構成されており、この起亜体 4 のダイヤフラム 2 の荷重導入部 3 近傍および固定基部 1 近傍の部位にはダイヤフラム 2 の変形（撓み）に応じて伸縮しその抵抗値を増減するひずみゲージ SG 1 , SG 2 および SG 3 , SG 4 , ……がそれぞれ接着されて荷重変換器が構成されている。

このような構成よりなる上記従来のダイヤフラム型荷重変換器は、受感部が 1 枚の円板状となつておらず、極めてシンプルな構造であるため、他の構造の荷重変換器に比べて安価に製作できるという利点がある。

しかしながら、上記ダイヤフラム型荷重変換器は、このような利点を有するにも拘らず、曲げビーム型、剪断型等の荷重変換器に比べ使用される頻度が少ない。その理由の 1 つとして、ダイヤフラム型荷重変換器は、他の形式の荷重変換器に比べ直線性が劣っていることが挙げられる。

- 3 -

善して非直線性を良好なものにすることは至難なことであった。

ところで、ダイヤフラム型変換器の定格容量は、ダイヤフラムの直径が決まればその厚さは一義的に決められてしまう。従って、低容量のものを製作しようとすると、ダイヤフラムの厚さは、極めて薄くなり、ひずみゲージをダイヤフラムに接着することにより、そのひずみゲージが接着されたダイヤフラムの部分の剛性が高まってしまい（いわゆる補強効果が生じ）、正確なひずみ量を検出できなくなってしまうという問題があった。

この問題に対処すべくなされたものとして、米国特許第 3 712123 号にて提案されたダイヤフラム型の荷重変換器がある。

この米国特許にて提案されたダイヤフラム型荷重変換器を、第 8 図および第 9 図に示す。

同図に示す荷重変換器を第 6 図、第 7 図に示したもの（以下「前者」という）と対比すると、固定基部 5 とダイヤフラム 6 と荷重導入部 7 とから起亜体 8 が形成され、ダイヤフラム 6 にひずみゲ

即ち、この形式の荷重変換器は、主として中・低容量のものに使用されるが、容量が小さくなればなる程、所要の出力を得るために、ダイヤフラム 2 の肉厚が薄くなり撓み（変位）量が大きくなる。このようにダイヤフラム 2 の変位量が大きくなればなる程、ダイヤフラム 2 の半径方向の引張り力が大きくなりその引張り力の反力によって荷重－変位特性あるいは荷重－ひずみ出力特性の直線性が悪くなる。つまり、例えば荷重によって発生する撓み量の増加率は、印加荷重の増加に伴って低下する。因みに、第 6 図、第 7 図に示す荷重変換器において、定格容量が 50 kg のものの場合非直線性は、0.2% RO (Rated Out-put) に達してしまう。

従来、ダイヤフラム型荷重変換器の非直線性の改善については、これまでに数々の方法が試みられてきた。しかし、ダイヤフラム構造の受感部は、非直線性、出力感度、変換器自身の強度等の数種の因子が複合的に絡み合っているので、これらの 1 つの因子のみを他の因子に影響を及ぼさずに改

- 4 -

ージ SG が添着されて成る基本的な構成は共通しているが、ダイヤフラム 6 が一様の肉厚でなく、中間部が最も薄く、この中間部から固定基部 5 および荷重導入部 7 に到るにつれて次第に厚みが直線的に増大するような形状、即ち断面三角形状の円環溝 9 が形成されている点、およびダイヤフラム 6 の半径方向の幅（荷重導入部 7 の外周と固定基部 5 の内周との間の距離）に等しい直徑を有する円溝 10 が等角度間隔で 4 個穿設されている点で相違している。

このような構成からなる後述の荷重変換器は、ひずみゲージ SG を添着する部分が比較的厚肉になるため、変位量が小さくなり、結果として荷重－ひずみ出力特性の直線性が改善される。さらにひずみゲージ SG がダイヤフラム 6 の剛性を高めるという悪影響も少なくなる。また、ダイヤフラム 6 のひずみ分布が均一化の方向に近づくようになるため、ひずみゲージ SG の添着位置の位置ずれによる出力感度の変化が緩やかになるという点で、前者の荷重変換器に比べ優れている。

しかしながら、この後者の従来の荷重変換器には、次に述べる問題がある。

第1に、荷重ーひずみ出力特性の直線性の改善に限界があるという問題がある。これは、4個の円溝によりひずみゲージSGを添着する部分を厚くする量に限界があるということに起因する。

第2に、ダイヤフラム6の全面に断面三角形状の円環溝9を旋削加工により形成すること、つまり、2つの異なるテーパー面を旋削する作業は、簡単ではなく、熟練作業者が時間をかけて加工しなければならないので、その分コストが嵩むという問題がある。

第3に、ひずみゲージSGを接着、その他の手段により添着する部分が、傾斜しているため、ひずみゲージSGが添着しにくばかりでなく、添着されたひずみゲージSGが予定の位置に添着されたか否かの検査がしにくいという問題がある。

#### (c) 目的

本発明は、上記従来のダイヤフラム型荷重変換器の問題点に鑑みなされたもので、その目的とす

るところは、簡素な構成で、旋削加工およびひずみゲージの添着作業並びに添着位置ずれの検査を極めて容易に行い得るにも拘らず、低容量で、荷重ーひずみ出力特性の直線性を大幅に改善し得るダイヤフラム型荷重変換器を提供することにある。

#### (d) 構成

本発明は、上記目的を達成させるため、剛性大なる短円筒状の固定基部の内周に、その中心軸と直交する方向に延びる円板状のダイヤフラムが一体に連接されると共に、このダイヤフラムの中央部に前記中心軸方向に延びる剛性大なる短円柱状の荷重導入部が一体に連接され、前記ダイヤフラムの一面側にひずみゲージが添着され、前記荷重導入部に印加された被測定荷重を前記ひずみゲージにより電気信号に変換して検出する荷重変換器において、前記ダイヤフラムの一面側に、前記中心軸を中心とし、前記荷重導入部に被測定荷重が印加されたとき曲げモーメントがほぼ零になる変曲点近傍を通る断面略円弧状または断面略逆U字状の円環溝を形成し、前記ダイヤフラムの前記円

環溝を挟んでその内方側および外方側に、それぞれ曲げひずみを検出し得る方向にゲージ軸を向けて前記ひずみゲージを添着したことを特徴とするものである。

以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて詳細に説明する。

第1図および第2図は、本発明の第1実施例の構成を一部破断し且つ底面側から見た状態で示す斜視図および正面中央縦断面図である。

同図において、11は、厚肉で剛性の大きな短円筒状を呈する固定基部である。12は、この固定基部11の内周から内方に延びる円板状のダイヤフラムである。13は、このダイヤフラム12の中心部の一面側（荷重導入側）に突出するよう延びる剛性大なる荷重導入部である。そして、これら固定基部11、ダイヤフラム12および荷重導入部13とから起亜体14が構成されており、その材質としては、一般には、高応力に耐え、応力ーひずみ特性にヒステリシスがなく、直線性のよい、ニッケルークロム鋼、ニッケルークロム-

モリブデン鋼が多く用いられるが、用途によっては、析出硬化型超高張力鋼、アンバ（商品名）、Ni-SpanC、ベリリウムー銅合金、アルミニウム合金なども用いられる。

特に、本実施例における要部は、ダイヤフラム12の一面側（荷重導入側とは反対側）に、ダイヤフラム12の中心（または固定基部11の中心軸）を円心とする断面略円弧状または断面略逆U字状の応力集中溝たる円環溝15が形成されていることであり、より具体的には、この円環溝15は、ダイヤフラム12の中心を円心とし、荷重導入部13に被測定荷重が印加されたとき曲げモーメントがほぼ零になる変曲点を通るような部位に形成されていることである。

そして、このように形成されたダイヤフラム12の一面側（内面側）には、上記円環溝15を抉るようにして、内方側部位および外方側部位に、ゲージ軸をそれぞれ半径方向に向けて各4枚のひずみゲージSGaおよびSGbが接着、溶着、蒸着、スパッタリング、その他の手段により添着さ

れている。

次に、このような構成よりなる第1実施例の作用につき説明する。

荷重変換器の荷重導入部1.3に被測定荷重（圧縮荷重）が印加されると、固定基部は、図示省略の台座等の固定部材に支持されているため、ダイヤフラム1.2が下側に凸に撓む。このとき、ダイヤフラム1.2上に生ずる半径方向ひずみは、第3図のひずみ分布線図に示すひずみ分布曲線1.6のようになる。つまり、ひずみゲージSGaが添着されたダイヤフラム1.2の下面側の荷重導入部1.3寄りの部位には大きな引張りひずみが生じ、ひずみゲージSGbが添着されたダイヤフラム1.2の固定基部1.1寄りの部位には大きな圧縮ひずみが生じ、円環溝1.5の内方近傍および外方近傍には、小さなピークを示す引張りひずみおよび圧縮ひずみが生じるが、円環溝1.5の中心部は、ひずみが実質上生じない。ところで、上述したように、ダイヤフラム1.2が大きく撓んだ場合、ダイヤフラム1.2は半径方向に引張られるため、その反力

が被測定荷重を支えてしまう従来例においては、荷重-ひずみ特性の直線性が大きく損なわれている。しかし、本実施例においては、円環溝1.5が形成されたダイヤフラム1.2の部位は薄肉とされているため、引張り応力がこの部位に集中し、ダイヤフラム1.2の半径方向の引張り力を受けて局部的に伸張する。つまり、ダイヤフラム1.2に作用する引張り力は、専ら、円環溝1.5の部分で吸収され、他のダイヤフラム1.2の部分には専ら曲げモーメントが作用することとなる。しかも、この円環溝1.5は、この曲げモーメントが零となる変曲点近傍部位に形成してあるから、この円環溝1.5を形成したことによる曲げモーメントの低下等を生じさせることがない。従って、本実施例の荷重変換器によれば、特にダイヤフラム1.2の撓み量が大きく引張り力の影響を大きく受ける低容量の荷重変換器であっても、ダイヤフラム1.2に生ずる引張り力は、円環溝1.5の部分での伸張によって吸収するため、荷重-ひずみ出力特性の直線性を大幅に改善することができる。さらに、非

直線性の改善のための複雑な回路を設ける必要がないから、荷重測定装置全体の構成が簡単化され、コストを低減させることができる。

因みに、第1図、第2図に示す荷重変換器で定格容量が50kgのものの場合、非直線性は0.04%ROと、従来のものに比べて1/5程度に減少させることができた。

さらに、この第1実施例によれば、円環溝1.5は、細幅の断面円弧状または断面逆U字状であるから、例えば旋盤によって簡単に旋削することができ後者の従来例のようにテーパー状に旋削加工する場合に比べて、加工コストを低減させることができる。

また、ひずみゲージSGa, SGbを添着するダイヤフラム1.2の面は、平面状を呈しているため、ひずみゲージSGa, SGbの添着作業が容易化され、その上、ひずみゲージSGa, SGbが予定の位置に正確に添着されているか否かの確認作業も容易化される。

第4図および第5図は、本発明の第2実施例の

構成を一部破壊して示す斜視図および縦断面図である。

この第2実施例は、上述した第1実施例とほぼ同様な特徴を有しているが、円溝1.7が穿設されている点のみが相違している。この円溝1.7は、ダイヤフラム1.2の半径方向の幅（荷重導入部1.3の外周面と固定基部1.1の内周面との間の距離）に等しい直径を有する座繰り穴として等角度間隔（図示の実施例においては90度間隔）で4個穿設されている。

このように構成された第2実施例によれば、第1実施例と同様の利点が得られるほか、より一層の低容量化が実現可能となる。即ち、円溝1.7の穿設によってダイヤフラム1.2の実質的な薄肉化を図り、ダイヤフラム1.2の厚肉の部分（円溝1.7および円環溝1.5の形成されていない部分）であって且つ、引張りひずみおよび圧縮ひずみが大きく発生する部分にひずみゲージSGa, SGbを添着してあるので、極低容量用のダイヤフラム1.2であっても、ひずみゲージSGa, SGbを

添着することによる補強効果は実質上生じない。従って、被測定荷重に正確に対応したひずみ出力をひずみゲージから、より具体的には、これらのひずみゲージ SGa, SGb によって組まれるホイートストンブリッジの出力端から導出することができる。

尚、本発明は、上述した実施例に何ら限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内で種々の変形実施が可能である。

例えば、ひずみゲージ SGa, SGb は、上述した実施例では半径方向にゲージ軸（受感軸）を向けて添着した例で説明したが、円周方向にゲージ軸を向けて添着してもよい。

また、ダイヤフラム 12 の中心部に一体に形成された荷重導入部 13 は、図示の実施例では、上方にのみ延設されているが、下方にも延設するようにしててもよい。

#### (e) 効果

以上詳述したように本発明によれば、ダイヤフラムの一面側に、荷重導入部に被測定荷重が印加

されたとき曲げモーメントがほぼ零になる変曲点近傍を通る断面略円弧状または断面略逆U字状の円環溝を形成し、ダイヤフラムの前記円環溝を挟んでその内方側および外方側に、それぞれ曲げひずみを検出し得る方向にゲージ軸を向けてひずみゲージを添着した構成となしたから、構成が簡素で、旋削加工、ひずみゲージの添着作業および添着位置ずれの検査が極めて容易に行うことができ、よって生産コストが低減化でき、しかも低容量のものであっても荷重-ひずみ出力特性の直線性が頗る良好なダイヤフラム型荷重変換器を提供することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1実施例の構成を一部破断し且つ底面側から見た状態で示す斜視図、第2図は、同実施例の正面中央縦断面図、第3図は、同実施例の作用を説明するためのもので、ダイヤフラムの位置と半径方向ひずみとの関係を示すひずみ分布線図、第4図は、本発明の第2実施例の構成を一部破断し且つ底面側から見た状態で示す

- 15 -

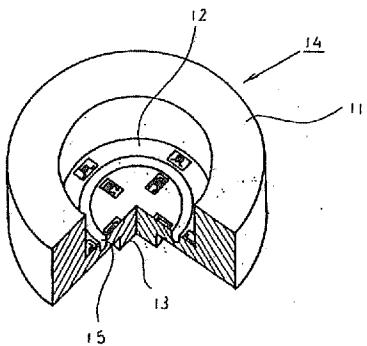
斜視図、第5図は、同実施例の正面中央縦断面図、第6図は、従来のダイヤフラム型荷重変換器の一例を一部破断し且つ底面側から見た状態で示す斜視図、第7図は、同例の正面中央縦断面図、第8図および第9図は、従来のダイヤフラム型荷重変換器の他の例を同様に示す斜視図および正面中央縦断面図である。

- 1 1 ……固定基部、
- 1 2 ……ダイヤフラム、
- 1 3 ……荷重導入部、
- 1 4 ……起直体、
- 1 5 ……円環溝、
- 1 7 ……円溝。

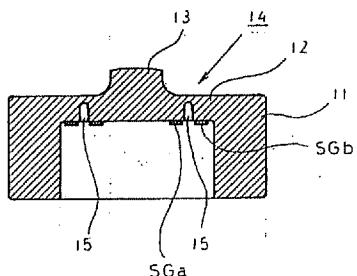
特許出願人 株式会社 共和電業  
代理人 弁理士 真田修治

- 16 -

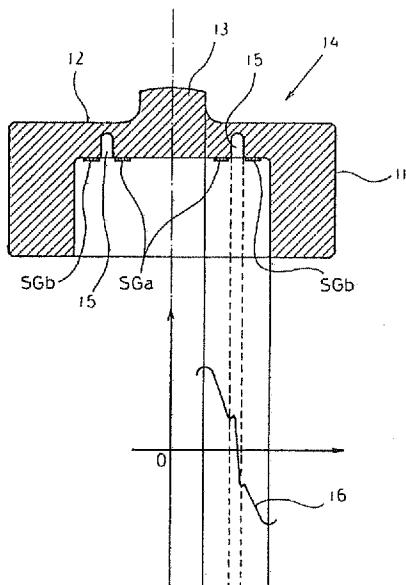
第 1 図



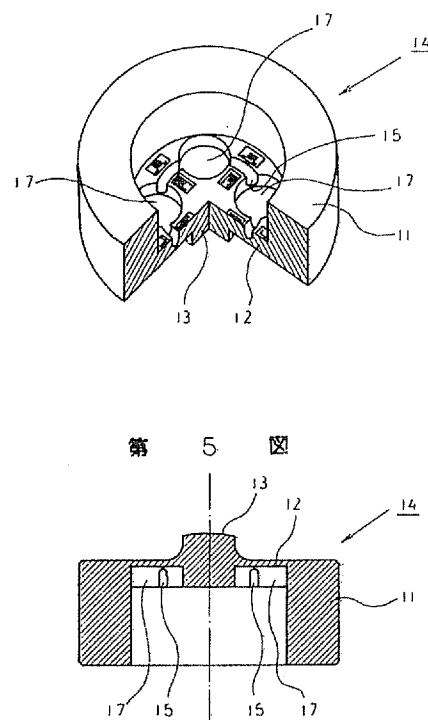
第 2 図



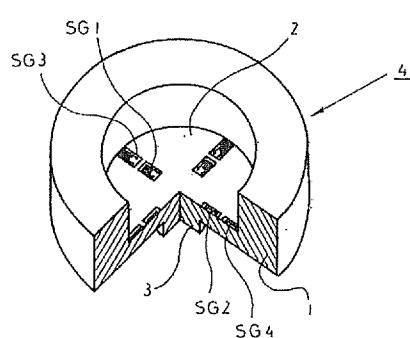
第 3 図



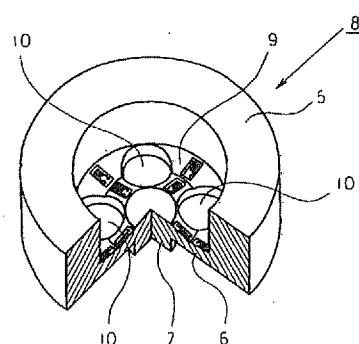
第 4 図



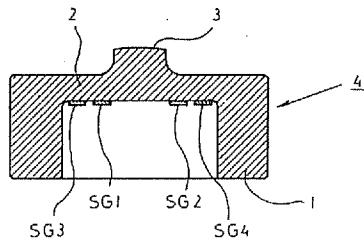
第 6 四



第 8 四



第 7 四



第 9

